

重水素パッシェン α 線スペクトル計算による JT-60SA非接触プラズマ診断法の開発

守田常裕¹, 四竈泰一¹, 仲野友英², 佐野竜一², 川手朋子³, Xu Mengnan¹, 蓮尾昌裕¹

¹京大院工, ²量研, ³核融合研

核融合ダイバータの非接触プラズマ運転では, プラズマにアルゴンやネオンなどの不純物ガスを入射し, プラズマをターゲット板から離して維持することが計画されている. この際, 計測に利用できるポートが制限されるため, 少数視線でプラズマの位置やパラメータを診断する手法開発が必要である[1]. 本研究では, JT-60SA において1視線で重水素 Pa α 線 (波長 1875 nm) 視線積分スペクトルを計測し, ゼーマン効果から求まる磁場と位置の対応を利用して視線上の輝線発光位置を, シュタルク広がりからその位置の電子密度を求める手法を開発する.

研究は統合ダイバータコード SONIC[2]により計算したアルゴン・ネオンガス入射による非接触プラズマの数値データを用いて行った. このプラズマはアルゴン, ネオン, 炭素多価イオンの放射により冷却され, 図1中 a, b, c, d の4箇所に放射ピークが存在する. Pa α 線の発光強度と再結合束の分布を, 基底重水素原子密度及び電子密度・温度を用いて衝突ふく射モデル[3]により計算した. その結果, Pa α 線の発光強度は4箇所の放射ピーク付近で大きくなり, これは重水素原子の再結合フロント (再結合束が極大となる位置) によるものであることが分かった.

非接触プラズマ運転時のみに現れる c の放射ピーク付近の Pa α 線を用いてプラズマ診断を行えるか調べた. 再結合フロントを通る水平ポート視線を設定し, Pa α 線視線積分スペクトルを計算した (図2). 計算にはゼーマン効果, シュタルク広がり, ドップラー広がり, 分光器装置関数 (半値全幅 50 pm のガウス関数) 考慮した. 計算したスペクトルに対し視線上の1点発光を仮定して発光強度, 磁場強度, 電子密度をパラメータとするフィッティングを行った. 原子温度と電子温度は 2 eV と仮定した. その結果, 磁場強度から求めた発光位置は図1の赤マーカー位置となり, 再結合フロントとの距離は 3 mm であった. 求めた電子密度は $2.98 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$ となり, 再結合フロントにおける値 $3.18 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$ と近くなった.

※本発表は, プラズマ・核融合学会 第41回年会の発表 (19p34) と同内容である.

[1] W. Biel, *et al.*, *Fusion Eng. Des.* **146** 465 (2019).

[2] H. Kawashima, *et al.*, *Plasma Fusion Res.* **1**, 031 (2006).

[3] T. Fujimoto, *et al.*, *J. Appl. Phys.* **66**, 2315 (1989).

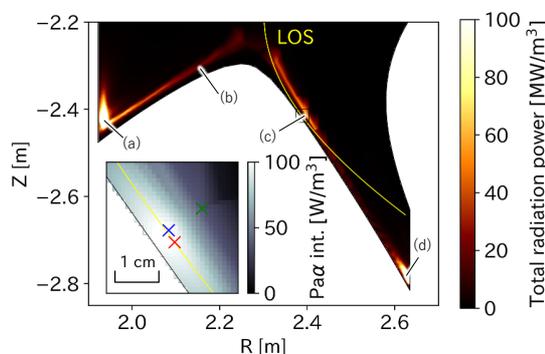


図2 ダイバータの再結合束分布と Pa α 線発光分布 (インセットグラフ)
(緑:放射ピーク, 青:再結合フロント
赤:フィッティングで求めた発光位置)

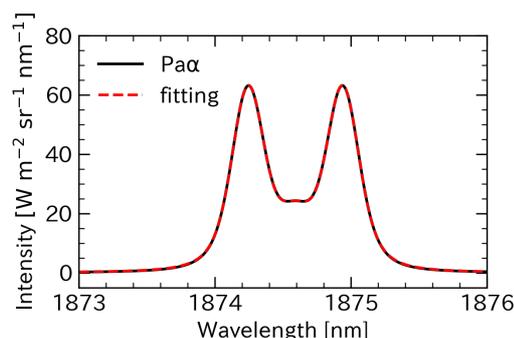


図1 重水素 Pa α 線視線積分スペクトル